

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP03/05033

21.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 4月22日

出願番号

Application Number:

特願2002-119692

[ST.10/C]:

[JP2002-119692]

出願人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

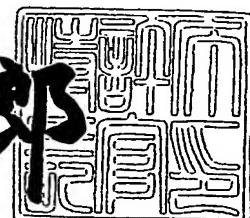
RECD 13 JUN 2003
WIPO PCT

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3038942

【書類名】 特許願
 【整理番号】 2900845554
 【提出日】 平成14年 4月22日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G01B 11/00
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
 工業株式会社内
 【氏名】 三輪 道雄
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
 工業株式会社内
 【氏名】 間藤 隆一
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
 工業株式会社内
 【氏名】 佐藤 政喜
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
 工業株式会社内
 【氏名】 増田 悟
 【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
 【代理人】
 【識別番号】 100072604
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 有我 軍一郎
 【電話番号】 03-3370-2470

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006529

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908698

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 カメラ補正装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 壁体と前記壁体に支持された光学系とを有し、前記光学系を介して画像情報を取得する撮像部と、

第1の座標系に対する前記壁体の位置を示す第1の壁体位置情報を保持する第1の壁体位置情報保持手段と、

第2の座標系に対する前記壁体の位置を示す第2の壁体位置情報を保持する第2の壁体位置情報保持手段と、

前記撮像部によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の壁体位置情報保持手段に保持された前記第1の壁体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の壁体位置情報保持手段に保持された前記第2の壁体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

前記撮像部によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項2】 壁体と前記壁体に支持された光学系とを有し、前記光学系を介して画像情報を取得する撮像部と、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記壁体の位置を示す第1の壁体位置情報を保持する第1の壁体位置情報保持手段と、

補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記壁体の位置を示す第2の壁

体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、

前記撮像部によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像部の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、

前記撮像部によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項3】 前記補正手段が、

前記撮像部によって取得された前記補正マーカの画像情報から、前記撮像部の画像座標系に対する前記補正マーカの結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、

前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する

補正量算出手段と、

前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求項2記載のカメラ補正装置。

【請求項4】 前記補正手段が、前記第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを補正することを特徴とする請求項3記載のカメラ補正装置。

【請求項5】 前記結像位置情報抽出手段が、

前記撮像部によって取得された前記補正マーカの画像情報を表示する画像情報表示手段と、

前記画像情報表示手段に表示された前記補正マーカの画像情報において前記補正マーカの結像位置を指定し、前記結像位置情報を抽出する結像位置指定手段とを有することを特徴とする請求項3記載のカメラ補正装置。

【請求項6】 前記結像位置情報抽出手段が、

前記撮像部の画像座標系に対する前記補正マーカの予測範囲情報を保持する予測範囲情報保持手段と、

前記予測範囲情報保持手段に保持された前記予測範囲情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記撮像部によって取得された前記補正マーカの画像情報から前記補正マーカの結像位置を検索し、前記結像位置情報を抽出する結像位置検索手段とを有することを特徴とする請求項3記載のカメラ補正装置。

【請求項7】 筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し、前記光学系を介して画像情報を取得する撮像部と、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、

前記撮像部によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

前記撮像部によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

【請求項8】 前記補正手段が、

前記撮像部によって取得された前記第2の座標系における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成手段と、

前記平面投影画像生成手段によって生成された前記平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割手段と、

前記平面投影画像分割手段によって分割された複数の前記画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出手段と、

前記動きベクトル抽出手段によって抽出された前記動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、

前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求項7記載のカメラ補正装置。

【請求項9】 前記第2の座標系に設けられた分割マーカが、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報に含まれる前記筐体の位置に対して一定の位置関係を保つように配置され、

前記平面投影画像分割手段が、前記撮像部によって取得された前記分割マーカの画像情報に基づいて、前記平面投影画像を複数の画像領域に分割することを特徴とする請求項8記載のカメラ補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カメラ補正装置に関し、特に、車両などに設置されるカメラの校正を行うカメラ補正装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、画像情報を取得するカメラを車両に設置し、カメラによって取得された画像情報に基づいて、対象物の位置などを検出する車両用監視装置が普及している。この種の車両用監視装置に利用されるカメラの校正を行う装置としては、カメラ生産工場においてカメラの校正を行うカメラ校正装置が知られており、カメラ生産工場において校正されたカメラを、車両生産工場において車両に設置するものが知られている。

【0003】

このような従来のカメラ校正装置400は、図21に示すように、筐体411に支持された光学系412を介して画像情報を取得するカメラ410と、カメラ生産工場403に構成された第1の座標系401に対する筐体411の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部415と、車両生産工場404に構成された第2の座標系402に対する筐体411の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部416とを備えている。

【0004】

カメラ校正装置400は、カメラ生産工場403においてカメラ410の校正を行うようになっており、第1の座標系401には、カメラ410の校正を行うための校正マーカ405が配置されている。ここで、カメラ410の校正とは、筐体411が車両408に対して正確な位置に設置された場合の光学系412の位置を算出する動作である。

【0005】

また、カメラ校正装置400は、第1の座標系401に対する光学系412の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部417と、第1の光学系位置情報生成部417によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部418とを備えている。第1の光学系位置情報生成部417は、カメラ410によって取得された校正マーカ405の画像情報に基づいて、第1の座標系401に対する光学系412の位置を算出するようになっている。

【0006】

また、カメラ校正装置400は、第2の座標系402に対する光学系412の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部420と、第2の光学系位置情報生成部420によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部430とを備えている。

【0007】

第2の光学系位置情報生成部420は、第1の筐体位置情報保持部415に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部418に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部416に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系402に対する光学系412の位置を算出するようになっている。

【0008】

このように構成されたカメラ校正装置400は、第2の座標系402に対する光学系412の位置を算出することにより、カメラ生産工場403においてカメラ410の校正を行うようになっている。そして、車両用監視装置は、第2の座標系402に対する光学系412の位置を示す第2の光学系位置情報に基づいて、カメラ410によって取得された画像情報から対象物の位置などを算出するようになっている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のカメラ校正装置においては、筐体が車両に対して正

確な位置に設置された場合の光学系の位置を示す第2の光学系位置情報が第2の光学系位置情報保持部に保持されており、筐体が車両に対して不正確な位置に設置された場合に、第2の光学系位置情報を補正することができないという問題があった。

【0010】

本発明は、このような問題を解決するため、車両などに設置されるカメラの光学系の位置情報を補正することができるカメラ補正装置を提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し、前記光学系を介して画像情報を取得する撮像部と、第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像部によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記撮像部によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0012】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、第2の光学系位置情報を補正す

ることができ、精度の高い画像情報を取得することができる。

【0013】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し、前記光学系を介して画像情報を取得する撮像部と、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像部によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像部の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、前記撮像部によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報を保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0014】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0015】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記撮像部によって取得された前記補正マーカの画像情報から、前記撮像部の画像座標系に対する前記補正マーカの結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とするものである。

【0016】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報の補正量を算出することができる。

【0017】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを補正することを特徴とするものである。

【0018】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、前記第2の光学系位置情報の平行移動成分の誤差を無視することができ、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0019】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記結像位置情報抽出手段が、前記撮像部によって取得された前記補正マーカの画像情報を表示する画像情報表示手段と、前記画像情報表示手段に表示された前記補正マーカの画像情報において前記補正マーカの結像位置を指定し、前記結像位置情報を抽出する結像位置指定手段とを有することを特徴とするものである。

【0020】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、補正マーカの結像位置を指定することができ、補正マーカの結像位置情報を確実に抽出することができる。

【0021】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記結像位置情報抽出手段が、前記撮像部の画像座標系に対する前記補正マーカの予測範囲情報を保持する予測範囲情報保持手段と、前記予測範囲情報保持手段に保持された前記予測範囲情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記撮像部によって取得された前記補正マーカの画像情報をから前記補正マーカの結像位置を検索し、前記結像位置情報を抽出する結像位置検索手段とを有することを特徴とするものである。

【0022】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、補正マーカの結像位置を検索することができ、補正マーカの結像位置情報を容易に抽出することができる。

【0023】

また、本発明のカメラ補正装置は、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し、前記光学系を介して画像情報を取得する撮像部と、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像部によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記撮像部によって取得された前記第2の座標系における画像情報を含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0024】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、動きベクトルを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0025】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記補正手段が、前記撮像部によって取得された前記第2の座標系における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成手段と、前記平面投影画像生成手段によって生成された前記平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割手段と、前記平面投影画像分割手段によって分割された複数の前記画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出手段と、前記動きベクトル抽出手段によって抽出された前記動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とするものである。

【0026】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、複数の画像領域における動きベクトルを容易に抽出することができる。

【0027】

また、本発明のカメラ補正装置は、前記第2の座標系に設けられた分割マーカが、前記第2の筐体位置情報を保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報に含まれる前記筐体の位置に対して一定の位置関係を保つように配置され、前記平面投影画像分割手段が、前記撮像部によって取得された前記分割マーカの画像情報に基づいて、前記平面投影画像を複数の画像領域に分割することを特徴とするものである。

【0028】

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、分割マーカを利用して平面投影画像を正確に分割することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施の形態を図面に基づいて説明する。

(第1の実施の形態)

【0030】

図1から図9は、本発明の第1の実施の形態に係るカメラ補正装置を示す図である。

【0031】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

【0032】

図1から図9において、カメラ補正装置100は、筐体111と筐体111に支持された光学系112とを有し、光学系112を介して画像情報を取得する撮像部としてのカメラ110と、第1の座標系101に対する筐体111の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部115と、第2の座標系102に対する筐体111の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部116とを備えている。

【0033】

第1の座標系101は、カメラ生産工場を含む第1の作業場所103に設けられている。第1の座標系101には、 X_1 軸、 Y_1 軸、 Z_1 軸が設けられ、第1の作業場所103に設置されたカメラ110の校正を行うための校正マーカ105が配置されている。校正マーカ105は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系101に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ105は、第1の作業場所103に設置されたカメラ110の視野範囲を覆うように配置されている。

【0034】

第2の座標系102は、車両生産工場を含む第2の作業場所104に設けられている。第2の座標系102には、 X_2 軸、 Y_2 軸、 Z_2 軸が設けられ、第2の座標系102の $X_2 Y_2$ 平面は、車両108が設置される設置面102aを構成している。設置面102aには、補正マーカ106が配置されている。補正マーカ106は、2次元に配列された2個以上の点によって構成されており、それぞ

れの点は、第2の座標系102に対して所定の位置に配置されている。

【0035】

カメラ補正装置100は、第1の作業場所103においてカメラ110の校正を行うようになっている。カメラ110は、第1の座標系101に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体111の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部115に保持されるようになっている。ここで、カメラ110の校正とは、カメラ110が第2の作業場所104において車両108に設置されたときの光学系112の位置を算出する動作である。

【0036】

カメラ補正装置100によって校正されたカメラ110は、第2の作業場所104において車両108に設置されるようになっている。カメラ110は、第2の座標系102に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体111の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部116に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体111が車両108に対して正確な位置に設置された場合の筐体111の位置を示している。

【0037】

また、カメラ補正装置100は、第1の座標系101に対する光学系112の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部117と、第1の光学系位置情報生成部117によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部118とを備えている。

【0038】

第1の光学系位置情報生成部117は、カメラ110によって取得された校正マーカ105の画像情報に基づいて、第1の座標系101に対する光学系112の位置を算出するようになっている。ここで、光学系112の位置とは、光学系112の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系101に対する光学系112の位置を算出する方法としては、文献1 (R. Tsai, A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3D machine vision metrology using off-the-shelf TV cameras and lenses, IEEE Journal of Robotics and Automation, RA-3(4): 323-344, 1987) に記載された方法を用いることが

できる。

【0039】

また、カメラ補正装置100は、第2の座標系102に対する光学系112の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部120と、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報を持続する第2の光学系位置情報保持部130とを備えている。

【0040】

第2の光学系位置情報生成部120は、第1の筐体位置情報保持部115に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部118に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部116に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系102に対する光学系112の位置を算出するようになっている。

【0041】

第2の光学系位置情報生成部120は、次の方法によって第2の座標系102に対する光学系112の位置を算出するようになっている。

【0042】

まず、第1の座標系101に対する筐体111の位置と第1の座標系101に対する光学系112の位置とを比較し、筐体111の位置と光学系112の位置との相対関係を求める。そして、筐体111の位置と光学系112の位置との相対関係に基づいて、第2の座標系102に対する筐体111の位置から、第2の座標系102に対する光学系112の位置を算出する。したがって、第2の光学系位置情報は、筐体111が車両108に対して正確な位置に設置された場合の光学系112の位置を示している。

【0043】

第2の作業場所104において車両108に設置されたカメラ110には、図2に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系113が構成されている。カメラ座標系113には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系113の原点は、光学系112の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系113のx軸は、カメラ110の左右方向に設けられ、カメラ座標系

113のy軸は、カメラ110の上下方向に設けられ、カメラ座標系113のz軸は、光学系112の光軸と一致するように設けられている。

【0044】

また、カメラ座標系113の原点からz軸方向に焦点距離 f だけ離隔した平面には、画像座標系114が構成されている。画像座標系114には、p軸、q軸が設けられている。カメラ110は、光学系112を介して画像座標系114に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。

【0045】

また、カメラ補正装置100は、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置情報を生成する予測位置情報生成部140と、予測位置情報生成部140によって生成された予測位置情報を保持する予測位置情報保持部150とを備えている。

【0046】

予測位置情報生成部140は、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置を算出するようになっている。カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置を算出する方法としては、上記の文献1に記載された方法を用いることができる。

【0047】

第2の座標系102に配置された補正マーカ106は、図3に示すように、光学系112を介して画像座標系114の結像位置 P_n' ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) に結像するようになっている。ここで、結像位置 P_n' は、筐体111が車両108に対して正確な位置、即ち、第2の筐体位置情報に含まれる位置に設置され、第2の光学系位置情報に誤差が生じていない場合、予測位置情報生成部140によって算出された予測位置 P_n ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) と一致するようになっている。しかしながら、実際には、筐体111が車両108に対して不正確な位置に設置され、第2の光学系位置情報に誤差が生じることにより、画像座標系114における結像位置 P_n' は、予測位置 P_n から離隔している。

【0048】

第2の光学系位置情報は、第2の座標系102に対するカメラ座標系113の平行移動および回転を示す6個のパラメータを含んでいる。この6個のパラメータは、図4に示す X_2 軸、 Y_2 軸、 Z_2 軸方向の平行移動成分と、図5に示す x 軸、 y 軸、 z 軸まわりの回転成分とによって構成されている。筐体111が車両108に対して不正確な位置に設置されることによって生じる第2の光学系位置情報の誤差は、平行移動成分および回転成分のそれぞれの誤差を含んでいる。筐体111が車両108に取り付けられる際には、平行移動成分にして数cm、回転成分にして数度の誤差が生じている。

【0049】

ここで、カメラ110によって取得された設置面102aの画像情報に対して車両108の駐車動作を補助するための補助線を表示する場合を考える。なお、筐体111は、車両108に対して高さ1000mmの位置に設置され、補助線は、車両108の後端から3000mmの位置に表示されるものとする。

【0050】

まず、図6に示すように、筐体111が車両108に対して Y_2 軸方向に50mmずれた位置に設置された場合、即ち、第2の光学系位置情報の Y_2 軸方向の平行移動成分に誤差が生じた場合には、誤差が生じていない場合と比較して補助線が Y_2 軸方向に50mmずれた位置に表示される。この場合、3000mm先の50mmの離隔量であるため、図3に示す画像座標系114における結像位置 P_n' の予測位置 P_n からの離隔量は小さい。したがって、第2の光学系位置情報の平行移動成分の誤差は無視することができる。

【0051】

これに対して、図7に示すように、筐体111が車両108に対して x 軸まわりに1°ずれた位置に設置された場合、即ち、第2の光学系位置情報の x 軸まわりの回転成分に誤差が生じた場合には、誤差が生じていない場合と比較して補助線が Y_2 軸方向に約184mmずれた位置に表示される。この場合、図3に示す画像座標系114における結像位置 P_n' の予測位置 P_n からの離隔量は無視できなくなる。したがって、第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第2の

光学系位置情報の誤差として用いることができる。

【0052】

このような第2の光学系位置情報の誤差を補正するため、カメラ補正装置100は、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部160を備えている。

【0053】

補正部160は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正するようになっている。

【0054】

補正部160は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部170と、結像位置情報抽出部170によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部180と、補正量算出部180によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部190とを有している。

【0055】

結像位置情報抽出部170は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報を表示する画像情報表示部171と、画像情報表示部171に表示された補正マーカ106の画像情報において補正マーカ106の結像位置 P_n' を指定し、画像情報から結像位置情報を抽出する結像位置指定部172とを有している。

【0056】

図8に示すように、画像情報表示部171には、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報と、補正マーカ106の結像位置 P_n' を指定

するカーソル174とが表示されるようになっている。

【0057】

結像位置指定部172には、画像情報表示部171に表示されたカーソル174の位置を移動させる上方向キー175a、下方向キー175b、左方向キー175cおよび右方向キー175dと、カーソル174の位置を決定する決定キー176と、補正マーカ106の点の番号nを表示する番号表示部177と、番号表示部177に表示された番号nを変更する加算キー178aおよび減算キー178bとが設けられている。

【0058】

補正量算出部180は、次の方法によって第2の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

【0059】

まず、第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第2の光学系位置情報の誤差として用い、筐体111が車両108に対して傾いた位置に設置されたものとする。このときのカメラ座標系113のx軸、y軸、z軸まわりの回転角をそれぞれθ、φ、ψ、画像座標系114における結像位置 P_n' の座標を (p_n', q_n') 、予測位置 P_n の座標を (p_n, q_n) と表すと、θ、φ、ψの値は、式(1)において、Jの値を最小にする $R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{21}, R_{22}, R_{23}, R_{31}, R_{32}, R_{33}$ を求めることにより算出される。

【数1】

$$J = \sum_{n=1}^N \left[\left(p_n' (R_{13}p_n + R_{23}q_n + R_{33}f) - f(R_{11}p + R_{21}q + R_{31}f) \right)^2 + \left(q_n' (R_{13}p + R_{23}q_n + R_{33}f) - f(R_{12}p + R_{22}q + R_{32}f) \right)^2 \right] \quad (1)$$

なお、式(1)において、 (p_n', q_n') と (p_n, q_n) との関係は、式(2)のように表される。

【数2】

$$\begin{cases} p' = f \frac{R_{11}P + R_{21}q + R_{31}f}{R_{13}P + R_{23}q + R_{33}f} \\ q' = f \frac{R_{12}P + R_{22}q + R_{32}f}{R_{13}P + R_{23}q + R_{33}f} \end{cases} \quad (2)$$

また、 R_{11} から R_{33} と θ 、 ϕ 、 ψ との関係は、式(3)、式(4)、式(5)のように表される。

【数3】

$$\begin{cases} \mathbf{Rx} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \\ \mathbf{Ry} = \begin{bmatrix} \cos \phi & 0 & -\sin \phi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \phi & 0 & \cos \phi \end{bmatrix} \\ \mathbf{Rz} = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{cases} \quad (3)$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{Rx} \times \mathbf{Ry} \times \mathbf{Rz} \quad (4)$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \quad (5)$$

なお、本実施の形態では、補正マーカ106が6個の点によって構成されているが、補正マーカ106は2個以上の点によって構成されればよく、補正量算出部180は、補正マーカ106が2個の点によって構成されれば、 θ 、 ϕ 、 ψ の値を算出することができ、補正マーカ106が3個以上の点によって構成されれば、 θ 、 ϕ 、 ψ の値をより正確に算出することができる。

【0060】

カメラ110、第2の光学系位置情報保持部130、予測位置情報保持部150および補正部160は、図9に示すように、1つのカメラユニット119を構

成し、このカメラユニット119が、第1の作業場所103から第2の作業場所104に搬送されるようになっている。

【0061】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0062】

図1から図9において、カメラ補正装置100は、次の工程で第2の光学系位置情報を補正する。

【0063】

まず、カメラ110が、第1の作業場所103に設置され、第1の座標系101に対して所定の位置に配置される。そして、第1の筐体位置情報および第2の筐体位置情報が、それぞれ第1の筐体位置情報保持部115および第2の筐体位置情報保持部116に保持される。ここで、第1の筐体位置情報および第2の筐体位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

【0064】

次に、第1の光学系位置情報生成部117が、カメラ110によって取得された校正マーカ105の画像情報に基づいて、第1の光学系位置情報を生成する。そして、第1の光学系位置情報生成部117によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部118に保持される。

【0065】

次に、第2の光学系位置情報生成部120が、第1の筐体位置情報保持部115に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部118に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部116に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する。そして、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部130に保持される。

【0066】

次に、予測位置情報生成部140が、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、カメラ110の画像座標系1

14に対する補正マーカ106の予測位置情報を生成する。そして、予測位置情報生成部140によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部150に保持される。

【0067】

次に、カメラユニット119が、第1の作業場所103から第2の作業場所104に搬送される。そして、カメラ110が、第2の作業場所104において車両108に設置され、第2の座標系102に対して所定の位置に配置される。

【0068】

次に、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報が、図8に示すように、画像情報表示部171に表示される。そして、結像位置指定部172によって、補正マーカ106の結像位置 P_n' が指定され、結像位置情報が抽出される。このとき、操作者は、加算キー178aおよび減算キー178bを操作して番号表示部177に表示される番号nを変更し、上方向キー175a、下方向キー175b、左方向キー175cおよび右方向キー175dを操作して画像情報表示部171に表示されるカーソル174の位置を移動させ、決定キー176を操作してカーソル174の位置を決定することにより、番号表示部177に表示された番号nに対応する補正マーカ106の結像位置 P_n' を指定する。

【0069】

次に、補正量算出部180が、結像位置情報抽出部170によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する。

【0070】

そして、光学系位置情報補正部190が、補正量算出部180によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正して、工程を終了する。

【0071】

以上説明したように、本実施の形態においては、第2の光学系位置情報を補正

することができ、精度の高い画像情報を取得することができる。

【0072】

また、本実施の形態においては、簡単な補正マーカ106を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0073】

また、本実施の形態においては、簡単な補正マーカ106を利用して第2の光学系位置情報の補正量を算出することができる。

【0074】

また、本実施の形態においては、補正マーカ106の結像位置を指定することができ、補正マーカ106の結像位置情報を確実に抽出することができる。

(第2の実施の形態)

【0075】

図10から図12は、本発明の第2の実施の形態に係るカメラ補正装置を示す図である。

【0076】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。なお、第1の実施の形態に係るカメラ補正装置の構成とほぼ同様な構成については、第1の実施の形態において使用した符号と同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0077】

図10から図12において、カメラ補正装置200は、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部260を備えている。

【0078】

補正部260は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正するようになっている。

【0079】

補正部260は、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報から、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部270と、結像位置情報抽出部270によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部280と、補正量算出部280によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部290とを有している。

【0080】

結像位置情報抽出部270は、図11に示すように、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測範囲274を示す予測範囲情報を保持する予測範囲情報保持部271と、予測範囲情報保持部271に保持された予測範囲情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、カメラ110によって取得された補正マーカ106の画像情報から補正マーカ106の結像位置 P_n' を検索し、結像位置情報を抽出する結像位置検索部272とを有している。

【0081】

補正量算出部280は、第1の実施の形態における補正量算出部180と同様の方法によって第2の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

【0082】

カメラ110、第2の光学系位置情報保持部130、予測位置情報保持部150および補正部260は、図12に示すように、1つのカメラユニット219を構成し、このカメラユニット219が、第1の作業場所103から第2の作業場所104に搬送されるようになっている。

【0083】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0084】

図10から図12において、カメラ補正装置200は、次の工程で第2の光学

系位置情報を補正する。

【0085】

まず、カメラ110が、第1の作業場所103に設置され、第1の座標系101に対して所定の位置に配置される。そして、第1の筐体位置情報および第2の筐体位置情報が、それぞれ第1の筐体位置情報保持部115および第2の筐体位置情報保持部116に保持される。ここで、第1の筐体位置情報および第2の筐体位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

【0086】

次に、第1の光学系位置情報生成部117が、カメラ110によって取得された校正マーカ105の画像情報に基づいて、第1の光学系位置情報を生成する。そして、第1の光学系位置情報生成部117によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部118に保持される。

【0087】

次に、第2の光学系位置情報生成部120が、第1の筐体位置情報保持部115に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部118に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部116に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する。そして、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部130に保持される。

【0088】

次に、予測位置情報生成部140が、第2の光学系位置情報生成部120によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、カメラ110の画像座標系114に対する補正マーカ106の予測位置情報を生成する。そして、予測位置情報生成部140によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部150に保持される。

【0089】

次に、カメラユニット219が、第1の作業場所103から第2の作業場所104に搬送される。そして、カメラ110が、第2の作業場所104において車

両108に設置され、第2の座標系102に対して所定の位置に配置される。

【0090】

次に、結像位置検索部272が、図11に示すように、補正マーカ106の予測位置 P_n を中心として予測範囲274の内側に存在する結像位置 P_n' を検索し、画像情報から結像位置情報を抽出する。

【0091】

次に、補正量算出部280が、結像位置情報抽出部270によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部150に保持された予測位置情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する。

【0092】

そして、光学系位置情報補正部290が、補正量算出部280によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正して、工程を終了する。

【0093】

以上説明したように、本実施の形態においては、補正マーカ106の結像位置を検索することができ、補正マーカ106の結像位置情報を容易に抽出することができる。

(第3の実施の形態)

【0094】

図13から図20は、本発明の第3の実施の形態に係るカメラ補正装置を示す図である。

【0095】

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

【0096】

図13から図20において、カメラ補正装置300は、筐体311と筐体311に支持された光学系312とを有し、光学系312を介して画像情報を取得する撮像部としてのカメラ310と、第1の座標系301に対する筐体311の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部315と、第

2の座標系302に対する筐体311の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部316とを備えている。

【0097】

第1の座標系301は、カメラ生産工場を含む第1の作業場所303に設けられている。第1の座標系301には、 X_1 軸、 Y_1 軸、 Z_1 軸が設けられ、第1の作業場所303に設置されたカメラ310の校正を行うための校正マーカ305が配置されている。校正マーカ305は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系301に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ305は、第1の作業場所303に設置されたカメラ310の視野範囲を覆うように配置されている。

【0098】

第2の座標系302は、車両生産工場を含む第2の作業場所304に設けられている。第2の座標系302には、 X_2 軸、 Y_2 軸、 Z_2 軸が設けられ、第2の座標系302の $X_2 Y_2$ 平面は、車両308が走行する路面302aを構成している。車両308のバンパー部309には、分割マーカ307が配置されている。分割マーカ307は、2個の点によって構成されており、それぞれの点は、車両308に設置されたカメラ310の視野範囲内に配置されている。また、分割マーカ307は、車両308に設置されたカメラ310の真下位置に設けられている。

【0099】

カメラ補正装置300は、第1の作業場所303においてカメラ310の校正を行うようになっている。カメラ310は、第1の座標系301に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体311の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部315に保持されるようになっている。ここで、カメラ310の校正とは、カメラ310が第2の作業場所304において車両308に設置されたときの光学系312の位置を算出する動作である。

【0100】

カメラ補正装置300によって校正されたカメラ310は、第2の作業場所304において車両308に設置されるようになっている。カメラ310は、第2

の座標系302に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体311の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部316に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合の筐体311の位置を示している。

【0101】

車両308のバンパー部309に配置された分割マーカ307は、第2の筐体位置情報に含まれる筐体311の位置に対して一定の位置関係を保つように配置されている。したがって、車両308が路面302a上を走行した場合でも、分割マーカ307の位置と第2の筐体位置情報に含まれる筐体311の位置との相対関係は一定である。

【0102】

また、カメラ補正装置300は、第1の座標系301に対する光学系312の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部317と、第1の光学系位置情報生成部317によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部318とを備えている。

【0103】

第1の光学系位置情報生成部317は、カメラ310によって取得された校正マーカ305の画像情報に基づいて、第1の座標系301に対する光学系312の位置を算出するようになっている。ここで、光学系312の位置とは、光学系312の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系301に対する光学系312の位置を算出する方法としては、文献1に記載された方法を用いることができる。

【0104】

また、カメラ補正装置300は、第2の座標系302に対する光学系312の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部320と、第2の光学系位置情報生成部320によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部330とを備えている。

【0105】

第2の光学系位置情報生成部320は、第1の筐体位置情報保持部315に保

持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部318に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部316に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系302に対する光学系312の位置を算出するようになっている。

【0106】

第2の光学系位置情報生成部320は、次の方法によって第2の座標系302に対する光学系312の位置を算出するようになっている。

【0107】

まず、第1の座標系301に対する筐体311の位置と第1の座標系301に対する光学系312の位置とを比較し、筐体311の位置と光学系312の位置との相対関係を求める。そして、筐体311の位置と光学系312の位置との相対関係に基づいて、第2の座標系302に対する筐体311の位置から、第2の座標系302に対する光学系312の位置を算出する。したがって、第2の光学系位置情報は、筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合の光学系312の位置を示している。

【0108】

第2の作業場所304において車両308に設置されたカメラ310には、図14に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系313が構成されている。カメラ座標系313には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系313の原点は、光学系312の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系313のx軸は、カメラ310の左右方向に設けられ、カメラ座標系313のy軸は、カメラ310の上下方向に設けられ、カメラ座標系313のz軸は、光学系312の光軸と一致するように設けられている。

【0109】

また、カメラ座標系313の原点からz軸方向に焦点距離fだけ離隔した平面には、画像座標系314が構成されている。画像座標系314には、p軸、q軸が設けられている。路面302a上の点Pは、光学系312を介して画像座標系314の結像位置P'に結像するようになっている。カメラ310は、光学系312を介して画像座標系314に結像した画像を画像情報として取得するよう

なっている。

【0110】

また、カメラ補正装置300は、カメラ310によって取得された第2の座標系302における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部360を備えている。

【0111】

補正部360は、カメラ310によって取得された第2の座標系302における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成部361と、平面投影画像生成部361によって生成された平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割部362と、平面投影画像分割部362によって分割された複数の画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出部363と、動きベクトル抽出部363によって抽出された動きベクトルに基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部364と、補正量算出部364によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部365とを有している。

【0112】

平面投影画像生成部361によって生成される平面投影画像は、図15に示すように、カメラ310によって取得された画像情報を路面302aに仮想的に投影し、この画像を仮想カメラ370から見ることによって取得される画像である。この仮想カメラ370には、路面302aに対して平行な画像座標系371が構成されており、この画像座標系371には、路面302aを単に縮小した画像としての平面投影画像が結像するようになっている。

【0113】

平面投影画像生成部361は、次の方法によって平面投影画像を生成するようになっている。

【0114】

図14において、カメラ座標系313のx軸と路面302aのなす角を α 、y

軸と路面302aのなす角を β と表し、カメラ座標系313の原点からz軸の延長線と路面302aとの交点までの距離をcと表す。そして、式(6)のようにa、bを定義すると、第2の座標系302のX₂Y₂平面としての路面302aは、式(7)のように表される。

【数4】

$$\begin{cases} a = \sin\alpha \\ b = \sin\beta \end{cases} \quad (6)$$

$$z = ax + by + c \quad (7)$$

ここで、画像座標系314の結像位置P'の座標を(p, q)と表すと、画像座標系314からカメラ座標系313への変換は、式(8)のように表される。

【数5】

$$\begin{cases} x = \frac{cp}{f - ap - bq} \\ y = \frac{cq}{f - ap - bq} \\ z = \frac{cf}{f - ap - bq} \end{cases} \quad (8)$$

また、カメラ座標系313から第2の座標系302への変換は、式(9)のように表される。

【数6】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} \quad (9)$$

なお、式(9)において、平行移動ベクトルTは、カメラ座標系313の原点から第2の座標系302の原点までの方向および距離を表し、回転行列Rは、カメラ座標系313と第2の座標系302との回転方向のずれを表している。本実施の形態においても第1の実施の形態と同様に、第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第2の光学系位置情報の誤差として用い、筐体311が車両30

8に対して傾いた位置に設置されたものとする。このときのカメラ座標系313のx軸、y軸、z軸まわりの回転角をそれぞれ θ 、 ϕ 、 ψ と表すと、式(9)における回転行列Rは、式(3)から式(5)によって表される。

【0115】

筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合、平面投影画像生成部361は、図16(a)に示す画像情報から、図16(b)に示す平面投影画像を生成するようになっている。この平面投影画像は、路面302aに対して平行に設けられた仮想カメラ370から見ることによって取得される画像に相当しているので、路面302aに設けられた平行線373、374が、平面投影画像において平行になっている。

【0116】

また、筐体311が車両308に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がx軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部361は、図17(a)に示す画像情報から、図17(b)に示す平面投影画像を生成するようになっている。

【0117】

また、筐体311が車両308に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がy軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部361は、図18(a)に示す画像情報から、図18(b)に示す平面投影画像を生成するようになっている。

【0118】

また、筐体311が車両308に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がz軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部361は、図19(a)に示す画像情報から、図19(b)に示す平面投影画像を生成するようになっている。

【0119】

平面投影画像分割部362は、図16(b)、図17(b)、図18(b)および図19(b)に示すように、カメラ310によって取得された分割マーカ307の画像情報に基づいて、平面投影画像を複数の画像領域に分割するようにな

っている。

【0120】

平面投影画像分割部362は、分割マーカ307を通る基準線380および分割マーカ307の中点381を基準にして、平面投影画像に分割線383、384を設けるようになっている。分割線383は、基準線380に直行し、中点381を通る位置に設けられている。また、分割線384は、基準線380に平行で、基準線380から一定の距離だけ離隔する位置に設けられている。

【0121】

筐体311が車両308に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がz軸まわりに回転した場合、図19(b)に示すように、基準線380は、平面投影画像に対して傾いている。

【0122】

動きベクトル抽出部363は、図16(b)、図17(b)、図18(b)および図19(b)に示すように、平面投影画像分割部362によって分割された4つの画像領域386a、386b、386c、386dから動きベクトル388a、388b、388c、388dを抽出するようになっている。

【0123】

動きベクトル388aから動きベクトル388dは、車両308の走行、即ち、カメラ310の移動によって生じる画像領域386aから画像領域386dの部分的な画像の流れに基づいて算出されるもので、車両308が直進している場合に方向が等しくなる。以下、動きベクトル388aから動きベクトル388dは、車両308が直進しているときに取得される画像情報から抽出されるものとする。

【0124】

筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合、図16(b)に示すように、動きベクトル388aから動きベクトル388dは、大きさが等しくなる。

【0125】

また、筐体311が車両308に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメ

ラ座標系313がx軸まわりに回転した場合、図17（b）に示すように、画像上側の動きベクトル388aおよび動きベクトル388bが、画像下側の動きベクトル388cおよび動きベクトル388dよりも大きくなる。

【0126】

また、筐体311が車両308に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がy軸まわりに回転した場合、図18（b）に示すように、画像右側の動きベクトル388bおよび動きベクトル388dが、画像左側の動きベクトル388aおよび動きベクトル388cよりも大きくなる。

【0127】

補正量算出部364は、次の方法によって第2の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

【0128】

図16（c）、図17（c）および図18（c）において、まず、動きベクトル388aに大きさが等しいベクトル390aと、動きベクトル388bに大きさが等しいベクトル390bと、動きベクトル388cに大きさが等しいベクトル390cと、動きベクトル388dに大きさが等しいベクトル390dとを、合計ベクトル算出座標系391にそれぞれ配置する。

【0129】

ここで、ベクトル390aは、合計ベクトル算出座標系391の原点から左上45度方向に配置されている。また、ベクトル390bは、合計ベクトル算出座標系391の原点から右上45度方向に配置されている。また、ベクトル390cは、合計ベクトル算出座標系391の原点から左下45度方向に配置されている。また、ベクトル390dは、合計ベクトル算出座標系391の原点から右下45度方向に配置されている。

【0130】

次に、合計ベクトル算出座標系391において、ベクトル390aからベクトル390dの合計ベクトル392を算出する。

【0131】

筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合、図16（c）

に示すように、ベクトル390aからベクトル390dの大きさが等しいので、合計ベクトル392は0になる。このとき、カメラ座標系313のx軸、y軸、z軸まわりの回転角θ、φ、ψの値は0である。

【0132】

また、筐体311が車両308に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がx軸まわりに回転した場合、図17(c)に示すように、ベクトル390aおよびベクトル390bが、ベクトル390cおよびベクトル390dよりも大きいので、合計ベクトル392は上向きのベクトルになる。このとき、式(9)において、合計ベクトル392を0にする回転行列Rを求めることにより、カメラ座標系313のx軸まわりの回転角θの値を算出する。

【0133】

また、筐体311が車両308に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がy軸まわりに回転した場合、図18(c)に示すように、ベクトル390bおよびベクトル390dが、ベクトル390aおよびベクトル390cよりも大きいので、合計ベクトル392は右向きのベクトルになる。このとき、式(9)において、合計ベクトル392を0にする回転行列Rを求めることにより、カメラ座標系313のy軸まわりの回転角φの値を算出する。

【0134】

一方、筐体311が車両308に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がz軸まわりに回転した場合、図19(b)に示す平面投影画像の画像座標系371に対する基準線380の傾きに基づいて、カメラ座標系313のz軸まわりの回転角ψの値を算出する。

【0135】

カメラ310、第2の光学系位置情報保持部330および補正部360は、図20に示すように、1つのカメラユニット319を構成し、このカメラユニット319が、第1の作業場所303から第2の作業場所304に搬送されるようになっている。

【0136】

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

【0137】

図13から図20において、カメラ補正装置300は、次の工程で第2の光学系位置情報を補正する。

【0138】

まず、カメラ310が、第1の作業場所303に設置され、第1の座標系301に対して所定の位置に配置される。そして、第1の筐体位置情報および第2の筐体位置情報が、それぞれ第1の筐体位置情報保持部315および第2の筐体位置情報保持部316に保持される。ここで、第1の筐体位置情報および第2の筐体位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

【0139】

次に、第1の光学系位置情報生成部317が、カメラ310によって取得された校正マーカ305の画像情報に基づいて、第1の光学系位置情報を生成する。そして、第1の光学系位置情報生成部317によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部318に保持される。

【0140】

次に、第2の光学系位置情報生成部320が、第1の筐体位置情報保持部315に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部318に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部316に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する。そして、第2の光学系位置情報生成部320によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部330に保持される。

【0141】

次に、カメラユニット319が、第1の作業場所303から第2の作業場所304に搬送される。そして、カメラ310が、第2の作業場所304において車両308に設置され、第2の座標系302に対して所定の位置に配置される。

【0142】

次に、平面投影画像生成部361が、図16(b)から図19(b)に示すように、カメラ310によって取得された第2の座標系302における画像情報か

ら平面投影画像を生成する。

【0143】

次に、平面投影画像分割部362が、図16（b）から図19（b）に示すように、平面投影画像生成部361によって生成された平面投影画像を画像領域386aから画像領域386dに分割する。

【0144】

次に、動きベクトル抽出部363が、図16（b）から図19（b）に示すように、平面投影画像分割部362によって分割された各画像領域から各動きベクトルを抽出する。

【0145】

次に、補正量算出部364が、図16（c）から図18（c）および図19（b）に示すように、動きベクトル抽出部363によって抽出された各動きベクトルおよび平面投影画像の画像座標系371に対する基準線380の傾きに基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報の補正量を算出する。

【0146】

そして、光学系位置情報補正部365が、補正量算出部364によって算出された補正量に基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情報を補正して、工程を終了する。

【0147】

以上説明したように、本実施の形態においては、動きベクトル388aから動きベクトル388dを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

【0148】

また、本実施の形態においては、画像領域386aから画像領域386dにおける動きベクトル388aから動きベクトル388dを容易に抽出することができる。

【0149】

また、本実施の形態においては、分割マーカ307を利用して平面投影画像を正確に分割することができる。

【0150】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、車両などに設置されるカメラの光学系の位置情報を補正することができるカメラ補正装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係るカメラ補正装置の概略構成を示すブロック図

【図2】

図1に示されたカメラ補正装置のカメラの構成を示す斜視図

【図3】

図1に示されたカメラ補正装置の画像座標系の構成を示す平面図

【図4】

図1に示されたカメラ補正装置のカメラ座標系の平行移動動作を示す斜視図

【図5】

図1に示されたカメラ補正装置のカメラ座標系の回転動作を示す斜視図

【図6】

図1に示されたカメラ補正装置のカメラ座標系の平行移動動作を示す側面図

【図7】

図1に示されたカメラ補正装置のカメラ座標系の回転動作を示す側面図

【図8】

図1に示されたカメラ補正装置の結像位置情報抽出部の構成を示すブロック図

【図9】

図1に示されたカメラ補正装置のカメラユニットの構成を示すブロック図

【図10】

本発明の第2の実施の形態に係るカメラ補正装置の概略構成を示すブロック図

【図11】

図10に示されたカメラ補正装置の画像座標系の構成を示す平面図

【図12】

図10に示されたカメラ補正装置のカメラユニットの構成を示すブロック図

【図13】

本発明の第3の実施の形態に係るカメラ補正装置の概略構成を示すブロック図

【図14】

図13に示されたカメラ補正装置のカメラの構成を示す斜視図

【図15】

図13に示されたカメラ補正装置の仮想カメラの構成を示す側面図

【図16】

図13に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図17】

図13に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図18】

図13に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図19】

図13に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図

【図20】

図13に示されたカメラ補正装置のカメラユニットの構成を示すブロック図

【図21】

従来のカメラ校正装置の概略構成を示すブロック図

【符号の説明】

100 カメラ補正装置

101 第1の座標系

102 第2の座標系

105 校正マーカ

106 補正マーカ

110 カメラ（撮像部）

111 筐体

112 光学系

115 第1の筐体位置情報保持部（第1の筐体位置情報保持手段）

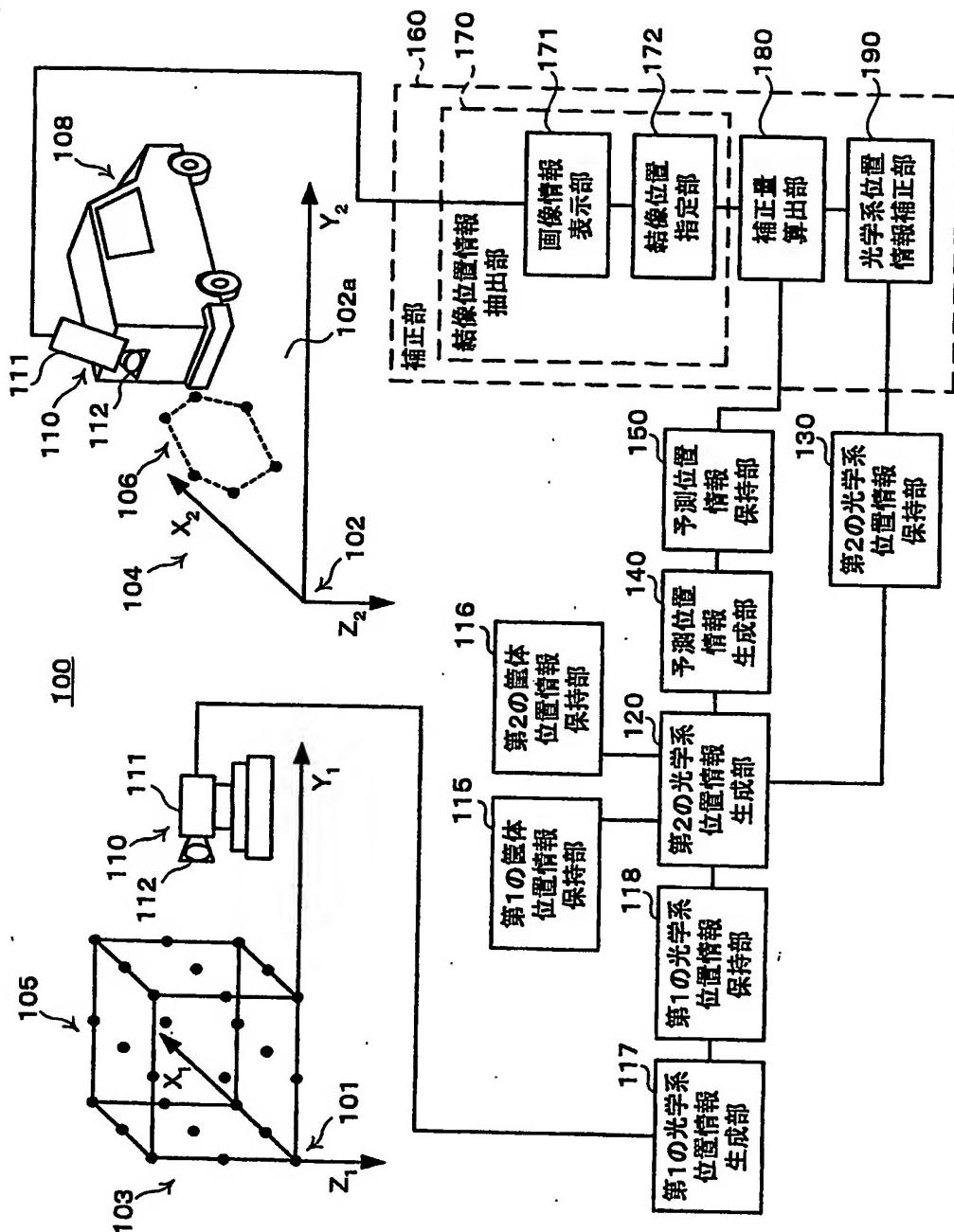
116 第2の筐体位置情報保持部（第2の筐体位置情報保持手段）

- 117 第1の光学系位置情報生成部（第1の光学系位置情報生成手段）
- 118 第1の光学系位置情報保持部（第1の光学系位置情報保持手段）
- 120 第2の光学系位置情報生成部（第2の光学系位置情報生成手段）
- 130 第2の光学系位置情報保持部（第2の光学系位置情報保持手段）
- 140 予測位置情報生成部（予測位置情報生成手段）
- 150 予測位置情報保持部（予測位置情報保持手段）
- 160 補正部（補正手段）
- 170 結像位置情報抽出部（結像位置情報抽出手段）
- 171 画像情報表示部（画像情報表示手段）
- 172 結像位置指定部（結像位置指定手段）
- 180 補正量算出部（補正量算出手段）
- 190 光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）
- 200 カメラ補正装置
- 260 補正部（補正手段）
- 270 結像位置情報抽出部（結像位置情報抽出手段）
- 271 予測範囲情報保持部（予測範囲情報保持手段）
- 272 結像位置検索部（結像位置検索手段）
- 280 補正量算出部（補正量算出手段）
- 290 光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）
- 300 カメラ補正装置
- 301 第1の座標系
- 302 第2の座標系
- 305 校正マーカ
- 307 分割マーカ
- 310 カメラ（撮像部）
- 311 筐体
- 312 光学系
- 315 第1の筐体位置情報保持部（第1の筐体位置情報保持手段）
- 316 第2の筐体位置情報保持部（第2の筐体位置情報保持手段）

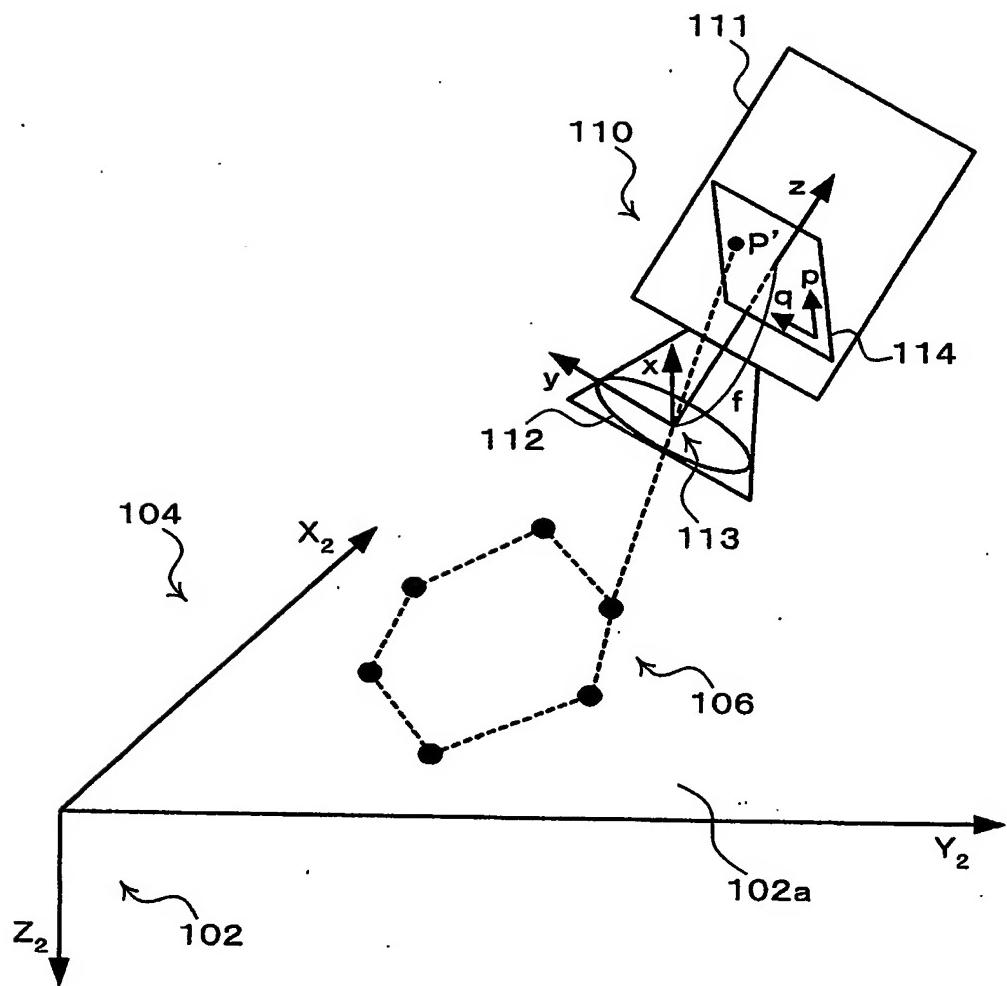
- 317 第1の光学系位置情報生成部（第1の光学系位置情報生成手段）
- 318 第1の光学系位置情報保持部（第1の光学系位置情報保持手段）
- 320 第2の光学系位置情報生成部（第2の光学系位置情報生成手段）
- 330 第2の光学系位置情報保持部（第2の光学系位置情報保持手段）
- 360 補正部（補正手段）
- 361 平面投影画像生成部（平面投影画像生成手段）
- 362 平面投影画像分割部（平面投影画像分割手段）
- 363 動きベクトル抽出部（動きベクトル抽出手段）
- 364 補正量算出部（補正量算出手段）
- 365 光学系位置情報補正部（光学系位置情報補正手段）
- 386a、386b、386c、386d 画像領域
- 388a、388b、388c、388d 動きベクトル

【書類名】 図面

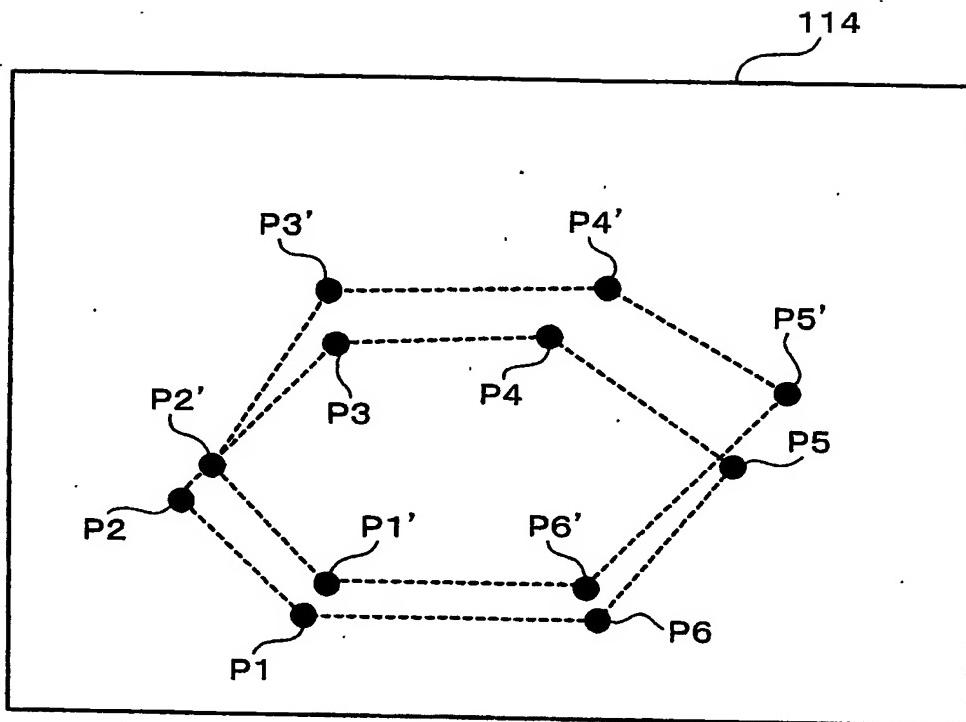
【図1】



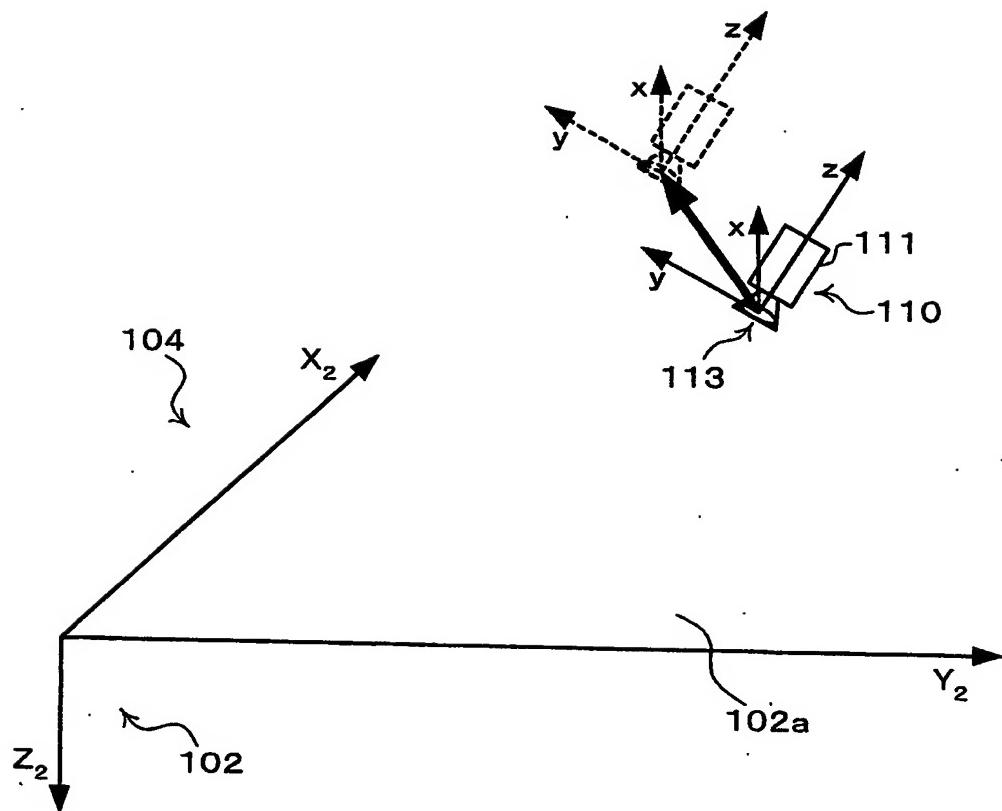
【図2】



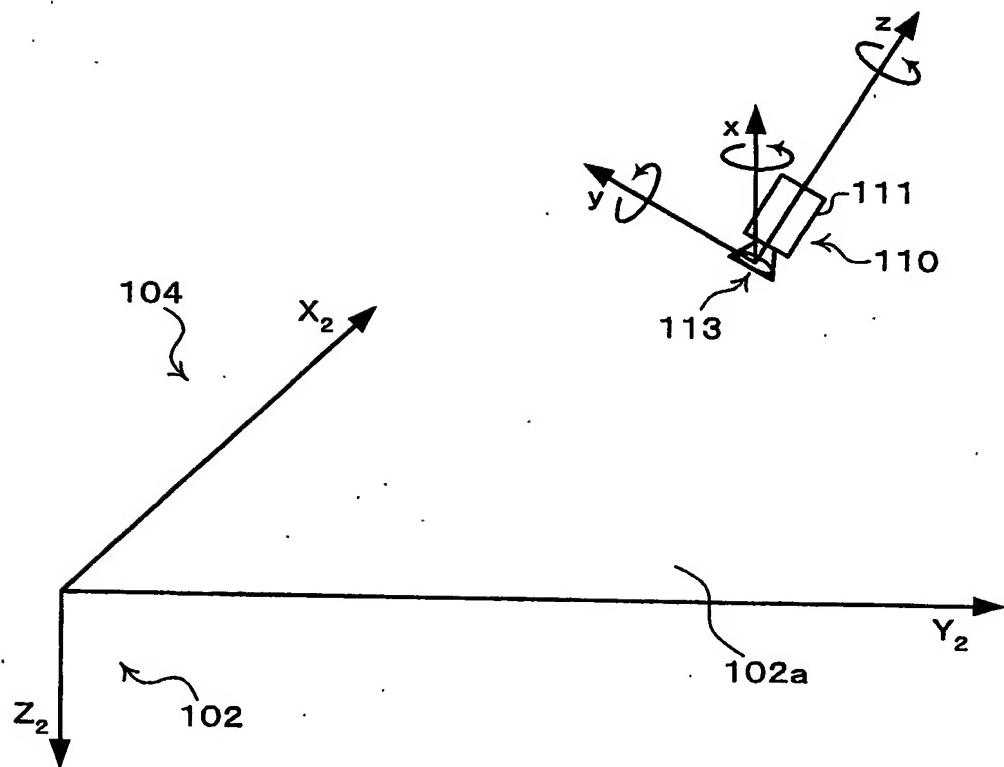
【図3】



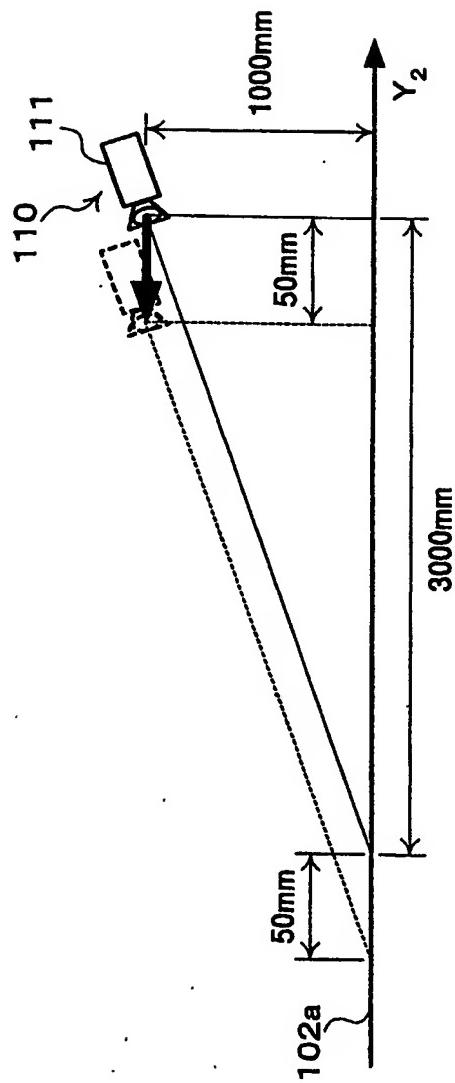
【図4】



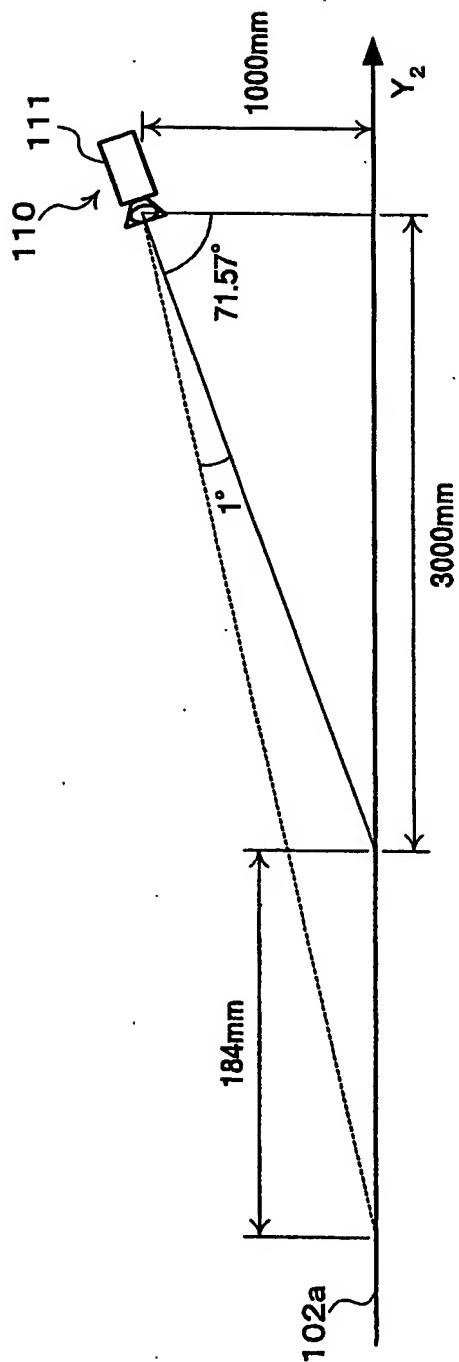
【図5】



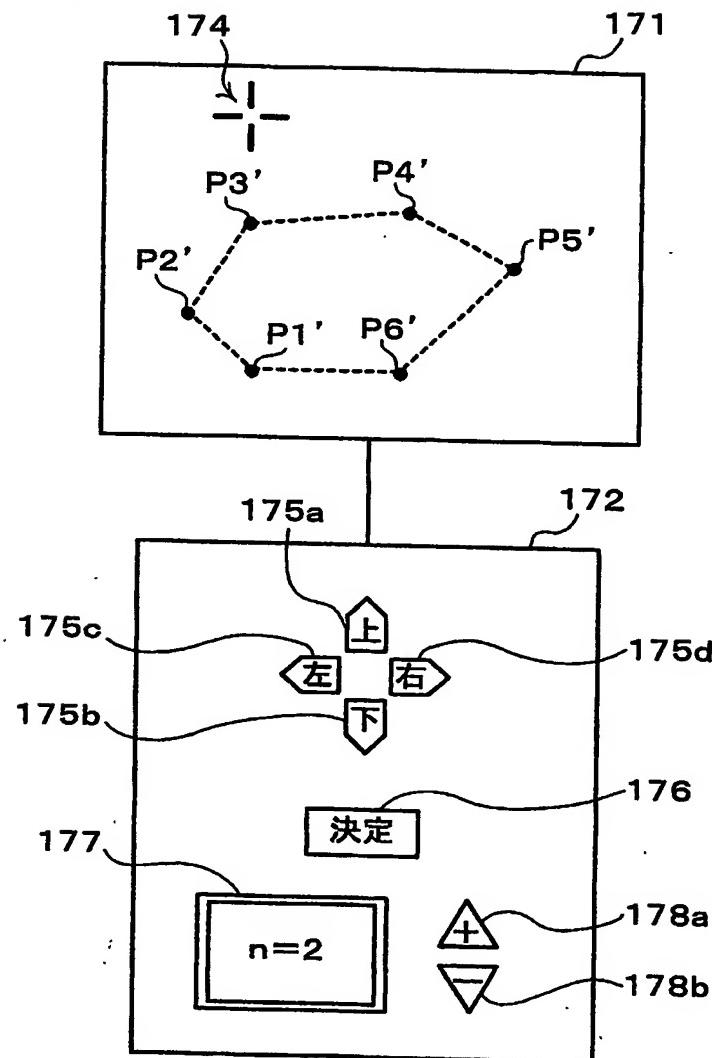
【図6】



【図7】

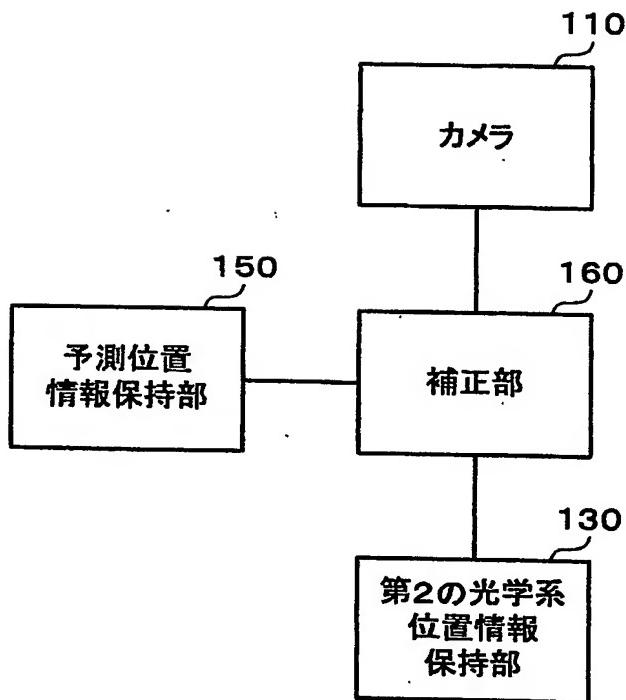


【図8】

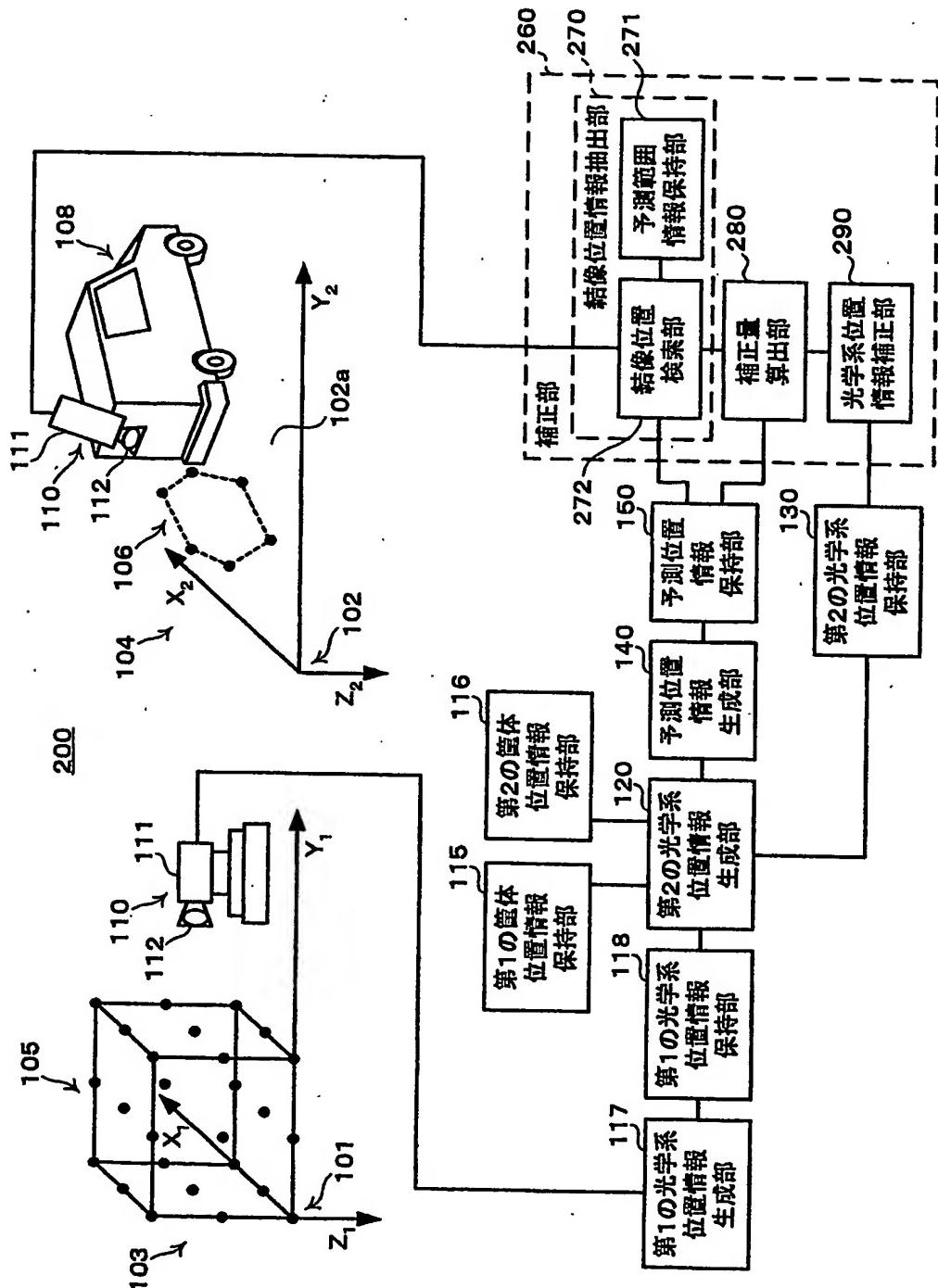


【図9】

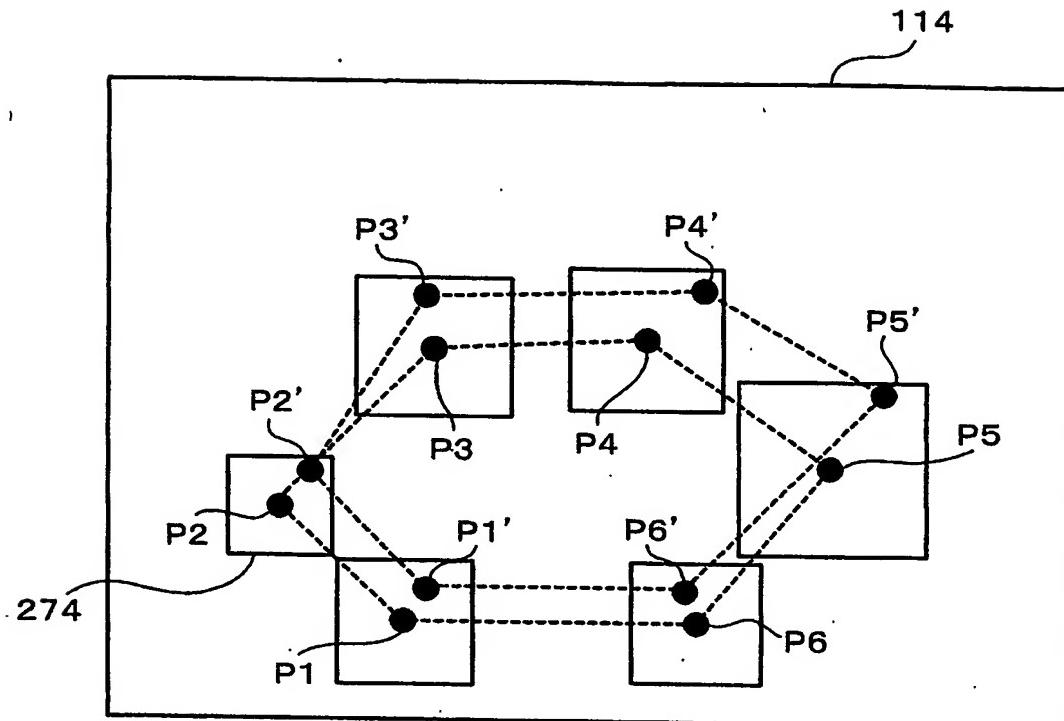
119



【図10】



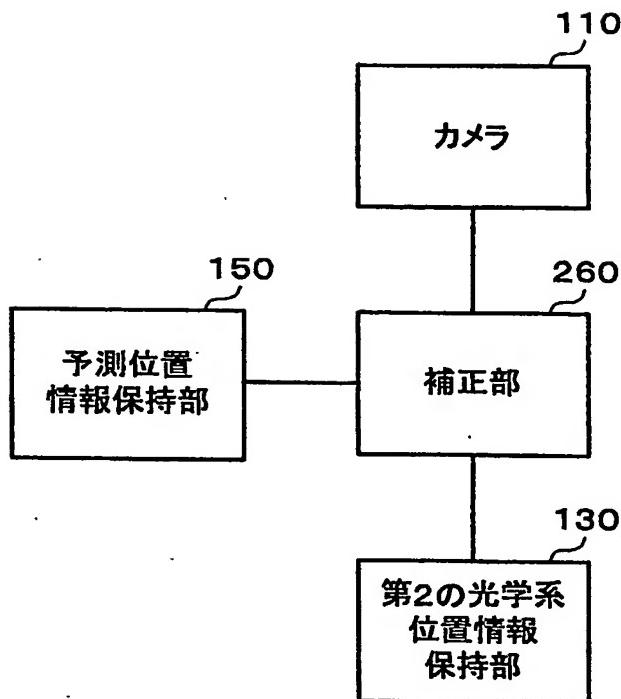
【図11】



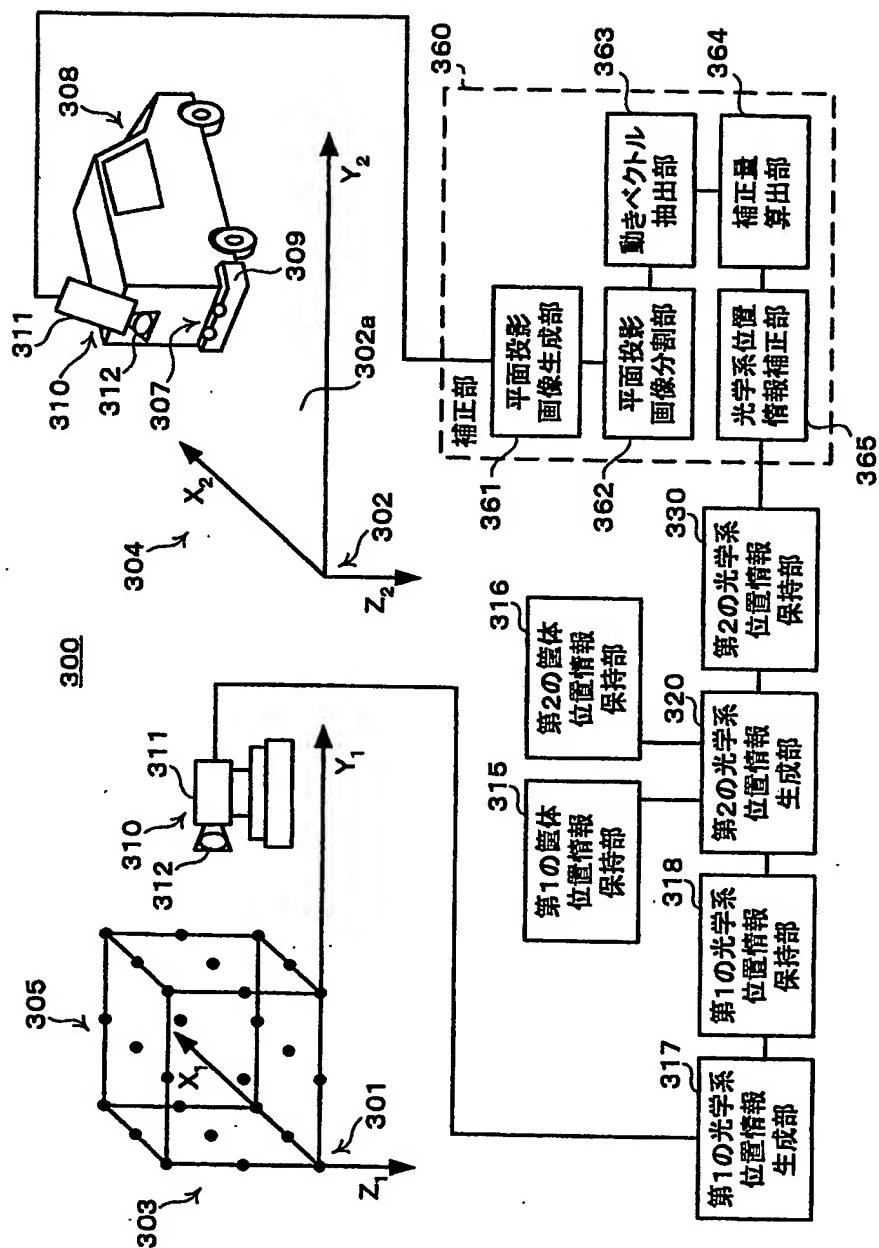
274

【図12】

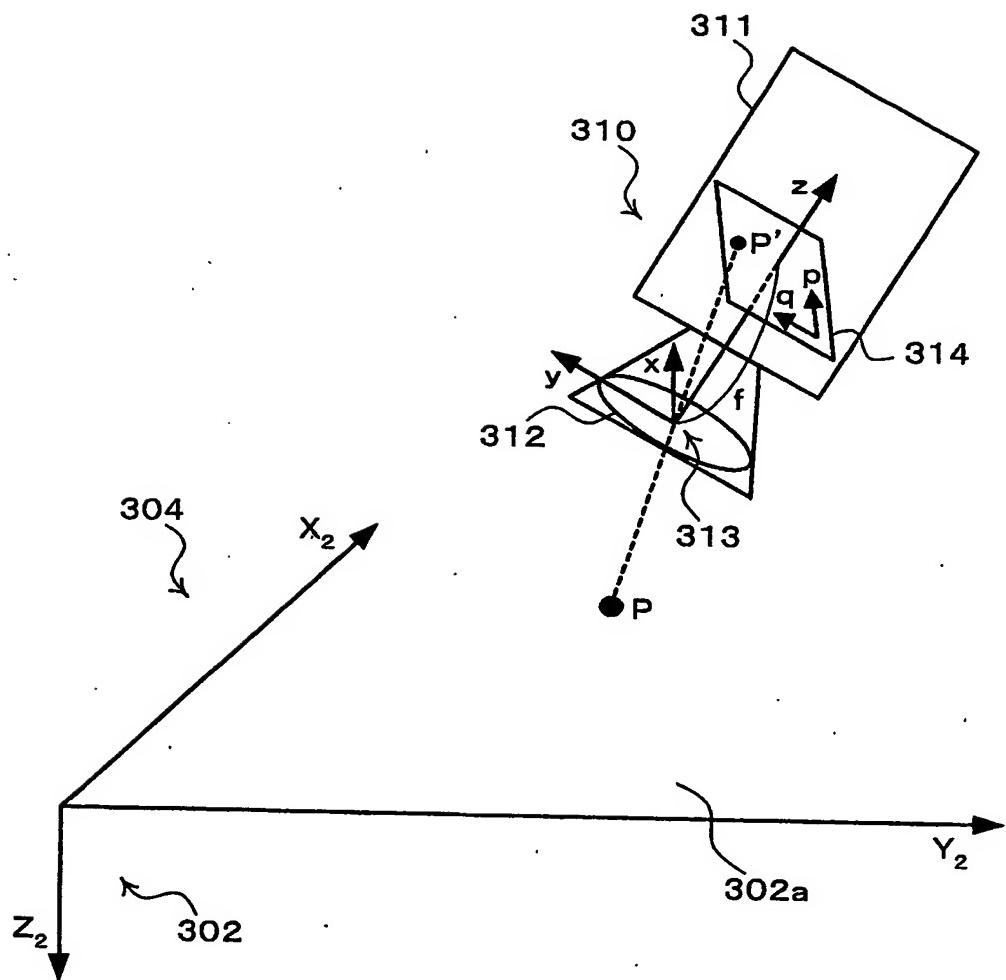
219



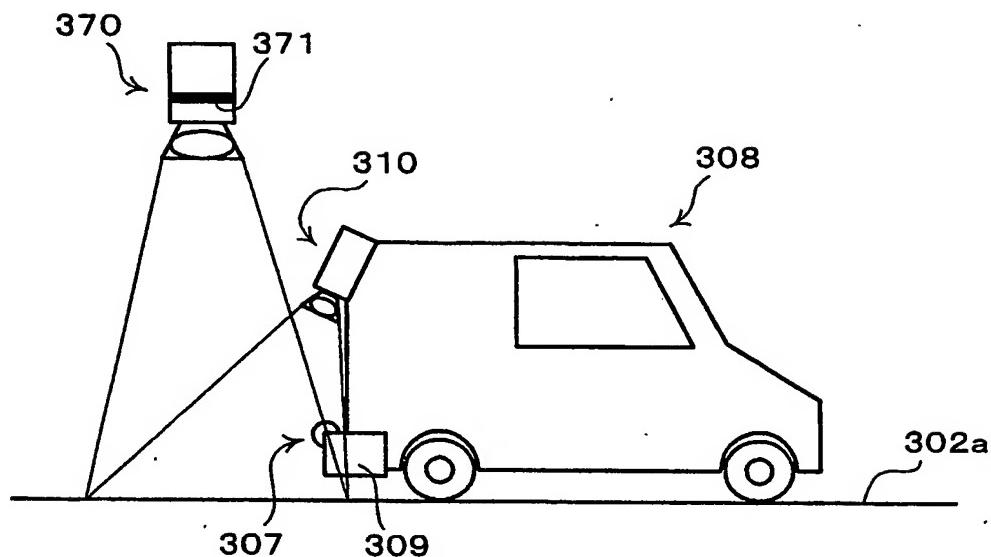
【図13】



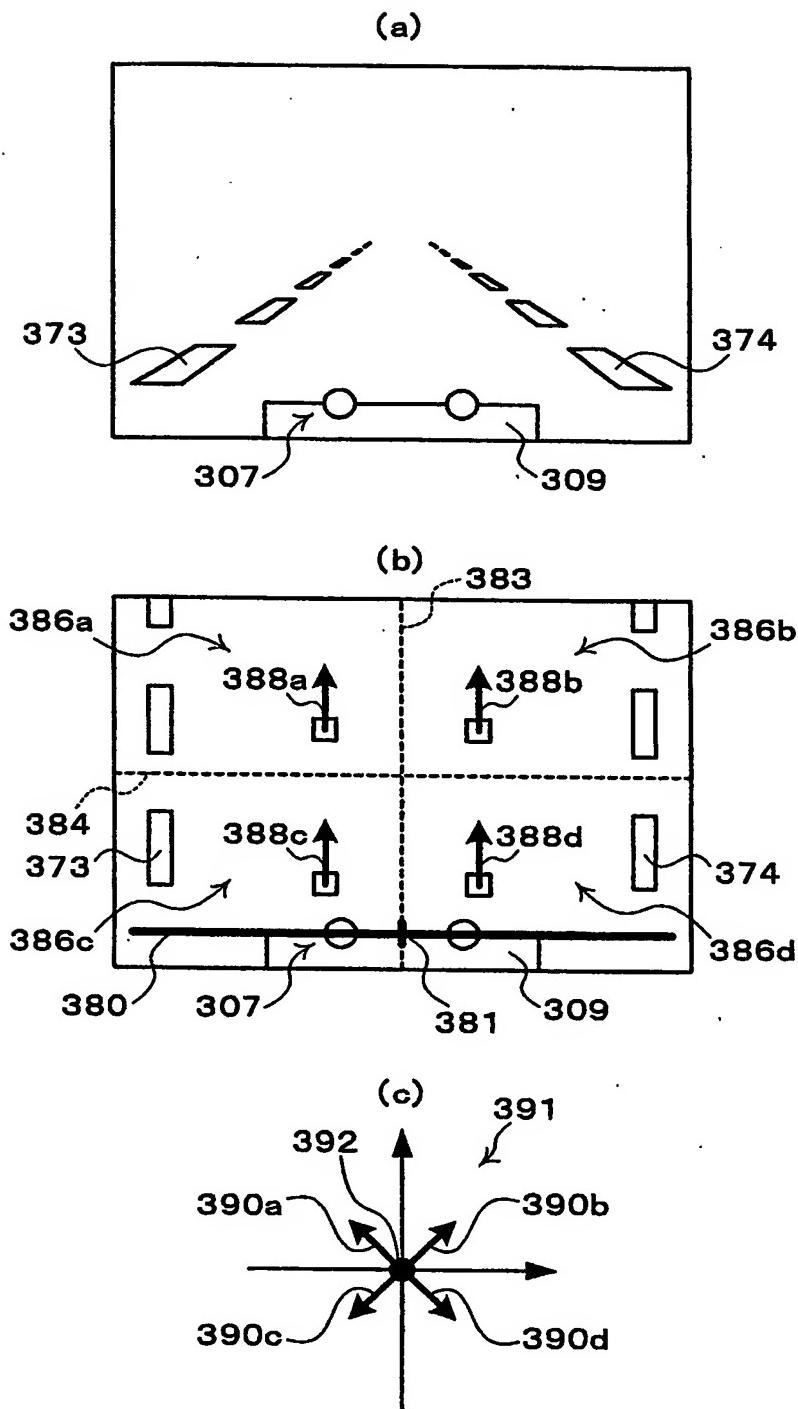
【図14】



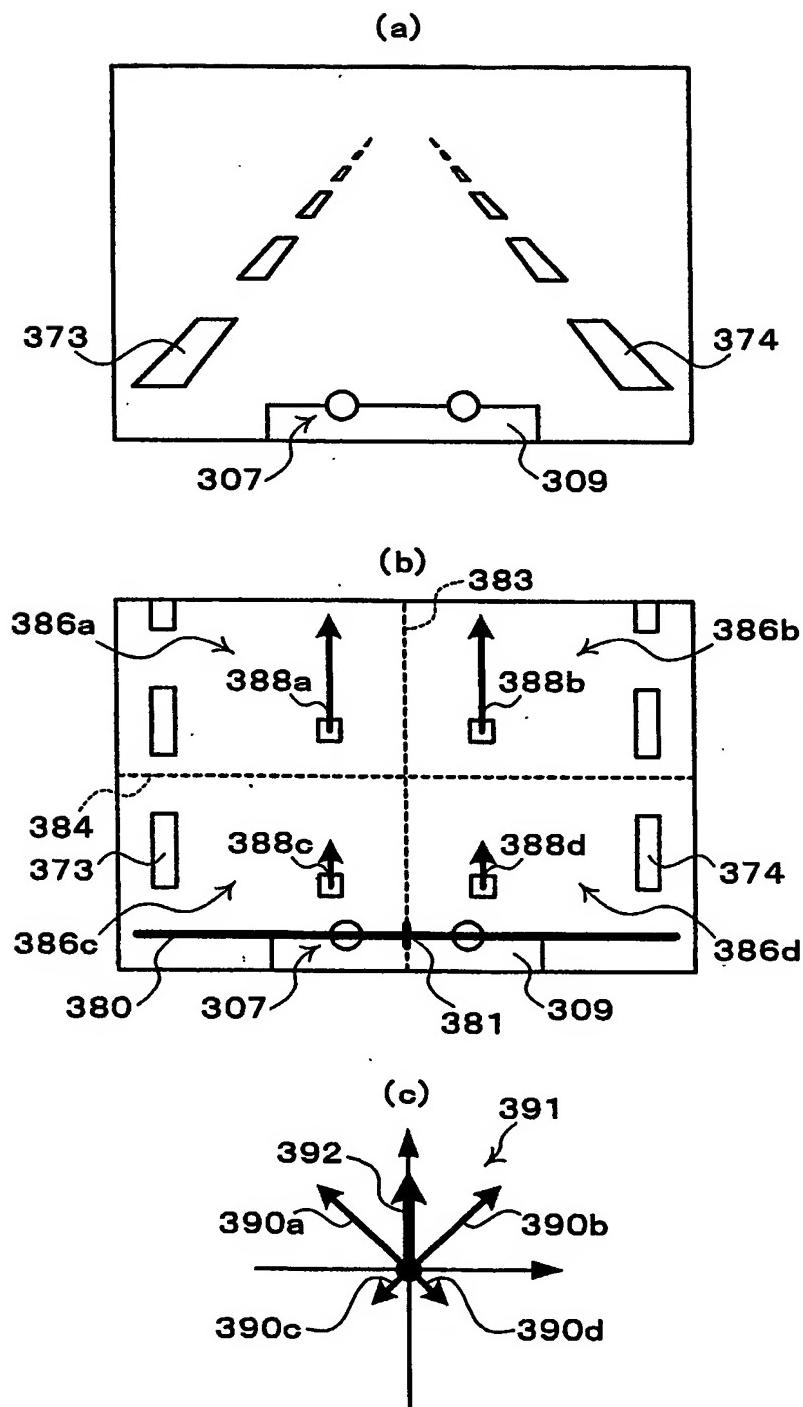
【図15】



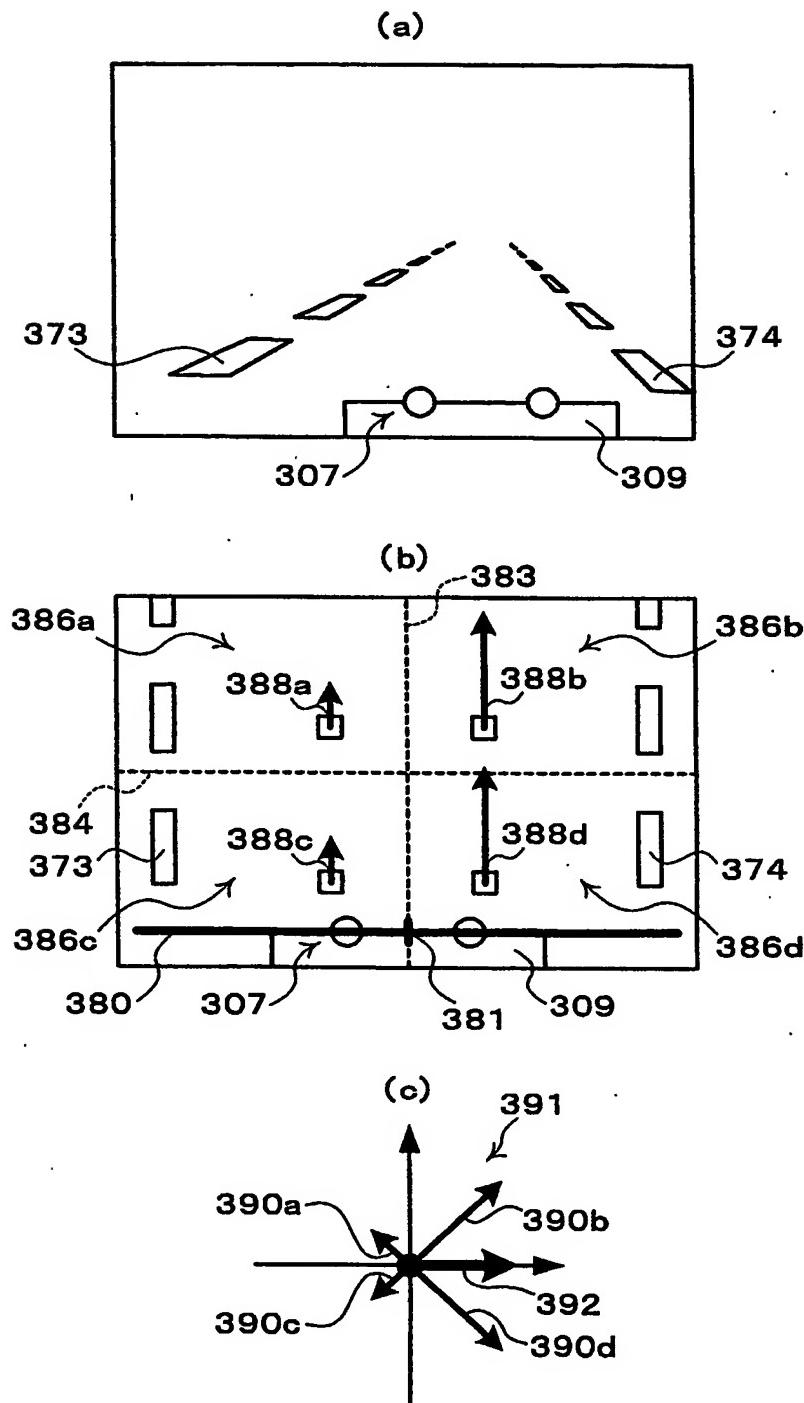
【図16】



【図17】



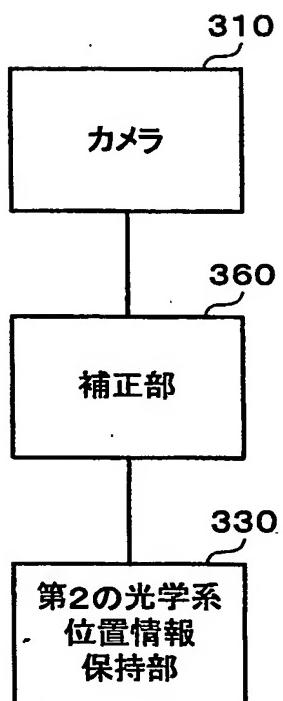
【図18】



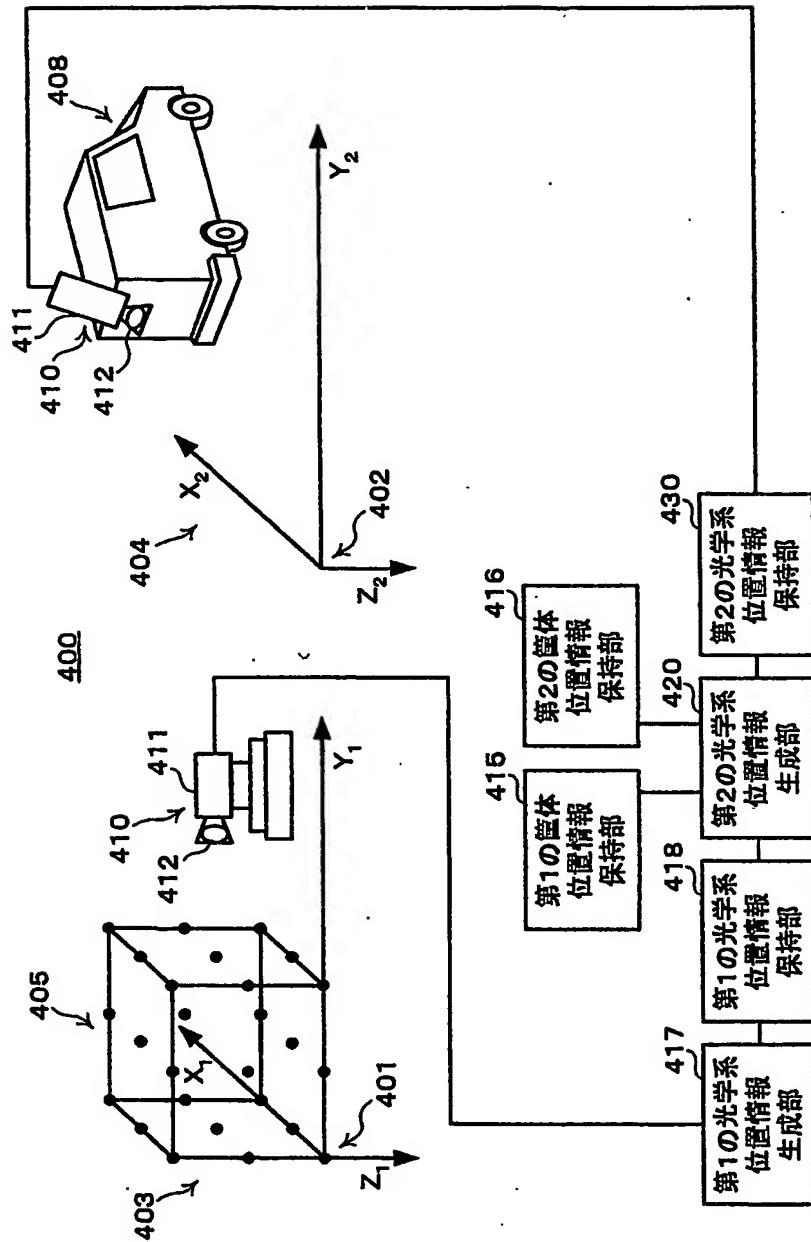
THIS PAGE BLANK (USPTO)

【図20】

319



【図21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 車両などに設置されるカメラの光学系の位置情報を補正することができるカメラ補正装置を提供すること。

【解決手段】 壇体111に支持された光学系112を介して画像情報を取得するカメラ110と、第1の壇体位置情報を保持する第1の壇体位置情報保持部115と、第2の壇体位置情報を保持する第2の壇体位置情報保持部116と、第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部117と、第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部118と、第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部120と、第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部130と、カメラ110によって取得された第2の座標系102における画像情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部130に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部160とを備えるように構成する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社